RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **238619**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **427488**

(22) Data zgłoszenia: **22.10.2018**

(51) Int.Cl.
G01F 1/00 (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01)
G01N 33/18 (2006.01)

(54) **Przenośna cela pomiarowa do badania parametrów wód, zwłaszcza termalnych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
04.05.2020 BUP 10/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
13.09.2021 WUP 24/21

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
KLAUDIA SEKUŁA, Dąbrowa Tarnowska, PL
EWA KMIECIK, Zabierzów, PL
BARBARA TOMASZEWSKA, Zabierzów, PL
MATEUSZ SZATKO, Pleśnia, PL

PL 238619 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest cela pomiarowa do badania parametrów wód, zwłaszcza termalnych, charakteryzujących się temperaturą powyżej 20°C oraz mineralizacją nawet powyżej 100 g/L.

Odczyn wody pH, potencjał utleniająco-redukcyjny Eh oraz przewodność elektryczna właściwa czy zawartość tlenu rozpuszczonego, to wskaźniki określające warunki fizykochemiczne migracji substancji rozpuszczonych w wodach podziemnych i powierzchniowych. Pomiary tych parametrów są reprezentatywne tylko wtedy, jeśli są wykonane *in situ* w terenie i bez styczności badanej wody z powietrzem. Wiarygodność danych uzyskiwanych w ramach monitoringu wód ma ogromne znaczenie, gdyż na ich podstawie podejmowane są m.in. decyzje dotyczące klasyfikacji jakości wód, ich przydatności do określonego zastosowania czy wręcz decyzje o charakterze finansowym związanym z technicznymi aspektami ich eksploatacji.

W trakcie wydobywania wody podziemnej, a zwłaszcza wody termalnej z warstwy wodonośnej, może dochodzić do zmiany wartości jej parametrów fizycznych i chemicznych, np. zmiany temperatury i ciśnienia z panujących w warstwie wodonośnej na panujące na powierzchni terenu. Pociąga to za sobą zmiany pH, przewodności elektrycznej właściwej, potencjału redoks Eh, stężenia związków siarki (II) czy gazów rozpuszczonych. Odpowiednio dobrana metodyka realizacji pomiarów decyduje o jakości uzyskanych wyników analiz fizykochemicznych wód.

Znane jest z publikacji pt.: „Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych" S. Witczak, i in. wydanej przez Inspekcję Ochrony Środowiska, Warszawa, 2013 urządzenie do pomiaru parametrów takich jak odczyn pH, potencjał redoks Eh, przewodność elektryczna właściwa i in. w wodach podziemnych, z zachowaniem ciągłej wymiany wody. Urządzenie zawiera naczynie przelewowe w postaci przeźroczystej butli szklanej lub z tworzywa sztucznego ze szczelną pokrywą oraz otworem wlotowym i wylotowym wody. W pokrywie znajduje się od 2 do 6 nieuszczelnionych wycięć na elektrody pomiarowe. Naczynie umożliwia ciągłą wymianę wody, a jej dopływ odbywa się bez styczności z powietrzem.

Z opisu patentu PL185111 B1 znane jest urządzenie, które w czasie eksploatacji poddawane jest działaniu płynów o dużym ciśnieniu. Urządzenie zawiera uchwyt posiadający wgłębienie, wewnątrz którego umieszczony jest element przepływowy, przy czym uchwyt styka się z owym elementem po stronie, gdzie panuje niskie ciśnienie. Elastomerowy element profilowany otacza wzdłuż całego obwodu element przepływowy i ma co najmniej jedną wolną powierzchnię, narażoną na działanie płynu pod ciśnieniem w trakcie działania urządzenia. Wgłębienie uchwytu ma kształt stożka ściętego o średnicy większej od strony złącza wysokiego ciśnienia, niż od strony złącza ciśnienia niskiego. Poza tym, element profilowany ma kształt stożka ściętego o zarysie zewnętrznym odpowiadającym wewnętrznemu, zarysowi uchwytu i zarysie wewnętrznym odpowiadającym zewnętrznemu zarysowi elementu przepływowego.

Ze zgłoszenia WO2011159506 A1 znane jest rozwiązanie urządzenia przelewowego tzw. celi pomiarowej, umożliwiającej wykonanie pomiaru w komorze pomiarowej przy jednoczesnej możliwości regulacji przepływu badanego medium doprowadzanego przez wlot z zewnątrz.

Znana ze zgłoszenia EP36799A1 aparatura do ciągłego monitorowania stężenia trytu w wodzie, składa się z celi pomiarowej z wlotem i wylotem dla zapewnienia przepływu wody przez komorę. Wewnątrz aparatury znajdują się fotopowielacze umieszczone w ołowianym pudełku, zabezpieczające przed zewnętrznym promieniowaniem. Ponadto woda przed wprowadzeniem do wewnątrz jest filtrowana dzięki zastosowaniu dwóch kwarcowych okien, w których znajduje się siatka o drobnych oczkach. Wewnątrz komory znajdują się również kwarcowe kulki scyntylacyjne o średnicy mniejszej niż 1 mm.

Znana ze zgłoszenia DE19810400 A1 cela pomiarowa zawiera wlot i wylot, umożliwiające swobodny przepływ badanego medium w komorze pomiarowej, zbudowanej z dwóch części, przy czym górna część jest przeźroczysta. Do komory pomiarowej możliwe jest wprowadzenie urządzeń pomiarowych (elektrod) oraz ich usunięcie.

Ponadto, na rynku dostępne są cele pomiarowe umożliwiające pomiar jednego lub wielu parametrów cieczy.

Znana jest na przykład cela pomiarowa Flowblock firmy Geotech opisana w Internecie na stronie *https://geomor.com.pl*, która pozwala mierzyć jednocześnie kilka parametrów jakościowych wód powierzchniowych (zimnych, o temperaturze <20°C) poprzez użycie czterech różnych elektrod umieszczonych w celi i badających parametry przepływającego medium. Cela ta posiada komorę pomiarową o objętości 40 ml, zaopatrzoną we wlot i wylot z zaworami. Zawory pozwalają na regulację przepływu w zakresie od 100 ml/min do 3,8 l/min. Cela może być wykonana z akrylu, acetalu, nylonu lub neoprenu.

Inna znana cela pomiarowa oferowana jest przez firmę AquaTerra na stronie *http://aqua-terra.pl/cela-przeplywowa*. Cela ta może być używana pojedynczo lub w zestawie wielomodułowym, w zależności od tego ile czujników należy użyć do pomiaru parametrów wody. Zasada działania jest w obu przypadkach taka sama – do celi podłącza się przewód, przez który wprowadza na jest woda, a do środka celi wprowadza się czujnik, np. temperatury, pH, zawartości tlenu rozpuszczonego, przewodności elektrycznej właściwej i potencjału redoks Eh. Każda cela posiada szczelny wlot i wylot oraz gniazdo do osadzenia elektrody pomiarowej.

Znany jest również system pomiarowy wykorzystywany w procesach uzdatniania wody firmy SIGRIST Process-Photometer przedstawiony na stronie: *http://gremes.pl*. Jest on używany do jednoczesnych pomiarów takich parametrów jak m.in.: mętność, pH, przewodność elektryczna właściwa, potencjał redoks, tlen rozpuszczony i temperatura. Cela pomiarowa składająca się z komory pomiarowej oraz czterech gniazd na elektrody pomiarowe. Cela montowana jest na stale w miejscu dokonywania pomiaru (na instalacji). Umożliwia wykonanie pomiaru na próbkach o temperaturze do 40°C. Cela dodatkowo zawiera jednostkę sterującą składającą się z ekranu dotykowego wyświetlającego mierzone wartości oraz umożliwiającego rejestrację wyników.

Znane i dostępne na rynku cele pomiarowe z zasady stosowane są dla wód zimnych, w aparaturze laboratoryjnej oraz w liniach produkcyjnych. Nie umożliwiają one natomiast pomiarów *in situ* wód termalnych, zwłaszcza o temperaturze powyżej 60°C i wysokim ciśnieniu przy obecności gazów rozpuszczonych w wodzie, nie dają także możliwości odtworzenia warunków temperatury i ciśnienia panujących na głowicy otworu geotermalnego (ujmującego wody podziemne). Zastosowane do budowy znanych cel materiały zwykle nie są odporne na działanie wysokich temperatur oraz mogą wchodzić w reakcje z wodą, a wody termalne charakteryzują się zwykle wysoką mineralizacją nawet powyżej 100 g/L i ponadto zawierają rozpuszczone w wodzie gazy.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie urządzenia pomiarowego w postaci przenośnej celi, umożliwiającej przeprowadzenie badania parametrów wód, w szczególności termalnych, w warunkach przepływu w dowolnym miejscu ujmowania wód podziemnych, które zaopatrzone jest w króciec próbobiorczy, bez kontaktu medium z powietrzem oraz przy utrzymaniu w komorze pomiarowej warunków temperatury i ciśnienia takich, jakie panują na głowicy otworu geotermalnego.

Istota przenośnej celi pomiarowej do badania parametrów wód, zwłaszcza termalnych, według wynalazku, stanowiącej zamknięte naczynie pomiarowe o kształcie walca, wykonane z przeźroczystego materiału, które jest wyposażone we wlot oraz wylot z zaworami, natomiast górna podstawa walca stanowiącego naczynie pomiarowe zawiera co najmniej jeden otwór przeznaczony do osadzenia w nim czujnika pomiarowego, charakteryzuje się tym, że naczynie pomiarowe jest wykonane ze szkła o szczelnych podwójnych ściankach, oddzielonych od siebie szczelną przestrzenią, w której znajduje się próżnia, stanowiąca izolator termiczny. Naczynie pomiarowe jest wyposażone we wlot usytuowany w górnej części jego bocznej powierzchni walcowej, który to wlot ma kształt tulei o średnicy wewnętrznej 10–20 mm i długości równej co najmniej 30 mm oraz dołączony do niego na stałe reduktor ciśnienia i zawór wlotu. Naczynie pomiarowe jest wyposażone również w co najmniej jeden wylot, który ma kształt tulei o średnicy wewnętrznej 10–20 mm i długości równej co najmniej 30 mm, usytuowany w dolnej części bocznej powierzchni walcowej naczynia pomiarowego i wyposażony w zawór wylotu. Górna podstawa naczynia pomiarowego posiada co najmniej 4 otwory, z czego w dwóch są osadzone na stałe manometr i termometr, a pozostałe są wyposażone w tuleje osadcze. W tulejach osadczych umieszczony jest co najmniej jeden czujnik, a w tulejach osadczych, w których nie są umieszczone czujniki, osadzone są szczelnie korki o kształcie litery T w przekroju osiowym, odpowiadające wymiarom głowic czujników. Tuleje osadcze wykonane są z tego samego materiału co naczynie pomiarowe i są trwale połączone z obiema ściankami naczynia pomiarowego. Czujnik i/lub korek są dociśnięte za pomocą nakładek mocujących do obrzeży górnych części tulei osadczych. Tuleje osadcze wystają ponad powierzchnię górną naczynia pomiarowego na wysokość 10–20 mm, a poniżej powierzchni górnej naczynia pomiarowego są wsunięte do wnętrza naczynia pomiarowego na głębokość do 50 mm. Nakładka mocująca składa się z dwóch identycznych części, każda o kształcie połówki wydrążonego walca bez podstawy dolnej, zamocowanego do tulei osadczej na zawiasie. Nakładka mocująca wyposażona jest w opaskę zaciskową obejmującą obie jej części. Z kolei w tulei osadczej stanowiącej gniazdo dla mocowania czujnika i/lub korka, w części dolnej znajdującej się wewnątrz naczynia pomiarowego, na jej wewnętrznej ściance umieszczone są w zagłębieniach co najmniej dwie uszczelki typu O-ring. Pomiędzy głowicą czujnika i/lub korka, a powierzchnią górną tulei osadczej umieszczona jest pierwsza elastyczna uszczelka płaska, natomiast na górnej powierzchni, głowicy czujnika i/lub korka umieszczona jest druga elastyczna

uszczelka płaska, dociskana do głowicy czujnika i/lub korka nakładką mocującą. Naczynie pomiarowe ma przymocowaną na stałe w dolnej części podstawę wykonaną z materiału o wysokiej gęstości.

Korzystnie naczynie pomiarowe jest wyposażone w dwa wyloty.

Ponadto naczynie pomiarowe jest wykonane ze szkła hartowanego.

Korzystnie ścianki naczynia pomiarowego mają grubość 10 mm każda, a oddzielająca je szczelna przestrzeń, w której znajduje się próżnia, ma szerokość 10 mm.

Korzystnie, gdy uszczelki typu O-ring oraz uszczelki płaskie wykonane są z teflonu i są odporne na temperaturę do 150°C, a także wysoką mineralizację badanego medium.

Również korzystnie, gdy korek wykonany jest z teflonu.

Dodatkowo naczynie pomiarowe ma przymocowaną za pomocą kleju podstawę.

Przenośna cela pomiarowa według wynalazku umożliwia wykonanie pomiaru parametrów wód, w szczególności termalnych, w miejscu ujmowania wód podziemnych, wyposażonym w króciec próbobiorczy. Cela może zawierać dowolną liczbę tulei osadczych stanowiących gniazda do osadzenia w nich czujników przeznaczonych do wykonywania pomiarów różnych parametrów, a w przypadku gdy wykorzystywana jest mniejsza liczba elektrod niewykorzystane tuleje są zatykane korkami zapewniającymi szczelność komory pomiarowej.

Konstrukcja celi, w tym zastosowanie próżni w ścianach naczynia pomiarowego oraz uszczelnień pomiędzy naczyniem, a czujnikami i/lub korkami, umożliwiają wykonywanie pomiarów parametrów wód bez ich kontaktu z powietrzem atmosferycznym, przy zachowaniu warunków ciśnienia i temperatury panujących na głowicy otworu geotermalnego (ujmującego wody podziemne) oraz zapobiegają uwalnianiu się gazów z badanego medium, co mogłoby zmienić odczytywane wartości parametrów. Dzięki zastosowaniu manometru i termometru wewnątrz komory pomiarowej można na bieżąco monitorować ciśnienie i temperaturę badanego medium. W przypadku badania wód o temperaturze innej niż temperatura otoczenia, znajdująca się wewnątrz ścianek naczynia pomiarowego próżnia, zapobiega zmianie temperatury badanego medium.

W wynalazku zastosowano podstawę wykonaną z materiału o wysokiej gęstości, dzięki czemu cela pomiarowa jest stabilizowana w miejscu wykonywania pomiarów, ale jednocześnie można ją przenosić w dowolne inne miejsce ujęcia wód i montować do każdego króćca próbobiorczego.

Użycie nakładek zabezpieczających zapewnia utrzymywanie elektrod i/lub korków w miejscu, nawet przy wysokim ciśnieniu panującym wewnątrz komory pomiarowej.

Zaletą celi jest również to, że uszczelki i korek są wykonane z materiału odpornego na działanie temperatury do 150°C oraz wysoką mineralizację (nawet powyżej 100 g/L) badanego medium i nie wchodzą z nim w reakcję, a tym samym istnieje możliwość pobrania reprezentatywnej próbki wody na wylocie komory pomiarowej do dalszych analiz chemicznych.

Przedmiot wynalazku wyjaśniony jest w opisie przykładowego wykonania przenośnej celi pomiarowej, uwidocznionej na rysunku, którego Fig. 1 przedstawia pionowy przekrój osiowy przez przenośną celę pomiarową, Fig. 2 jest widokiem celi z góry, Fig. 3 jest widokiem przekroju wzdłuż linii A-A oznaczonej na Fig. 1, natomiast Fig. 4 jest widokiem przekroju wzdłuż linii B-B oznaczonej na Fig. 1.

Przenośna cela pomiarowa do badania parametrów wód, zwłaszcza termalnych stanowi zamknięte naczynie pomiarowe 1 o kształcie cylindra o wysokości 30 cm i średnicy podstawy równej 15 cm połączonego trwale z podstawą 18. Naczynie pomiarowe 1 wykonane jest z przeźroczystego szkła laboratoryjnego jenajskiego, które ogranicza możliwość absorbcji składników rozpuszczonych na ściankach wewnętrznych, wykazuje odporność na działanie wody, zasad, kwasów oraz jest wytrzymałe na zmianę temperatury i wysoką temperaturę. Obudowa naczynia pomiarowego 1 jest w postaci dwóch szklanych ścianek 21 o tej samej grubości, oddzielonych od siebie szczelną przestrzenią, w której znajduje się próżnia 2. Grubość przestrzeni pomiędzy ściankami 21 oraz grubości ścianek 21 wynoszą po 1 cm, co daje łączną grubość obudowy równą 3 cm. Do dolnej części naczynia pomiarowego 1 przymocowana jest, w sposób trwały poprzez klejenie żywicą epoksydową, podstawa 18 wykonana z granitu, w postaci prostopadłościanu o szerokości 20 cm, długości 15 cm i wysokości 15 cm. Cela pomiarowa zawiera w bocznej ścianie wlot 3 i dwa wyloty 6, umieszczone w taki sposób że osie pionowe wlotu 3 i wylotu 6 z jednej strony znajdują się na tworzącej walca stanowiącego naczynie pomiarowe 1, przy czym oba wyloty 6 znajdują się na tej samej wysokości ściany 21 naczynia pomiarowego 1, a ich osie wzdłużne pokrywają się ze średnicą naczynia pomiarowego 1. Wlot 3 ma charakter otworu w kształcie rurki o średnicy 20 mm. Do wlotu 3 w sposób szczelny, poprzez klejenie żywicą epoksydową, dołączony jest reduktor ciśnienia 4 oraz zawór wlotu 5, które umożliwiają regulację ilości, prędkości oraz ciśnienia przepływu medium. Wlot 3 zakończony jest karbowanym złączem 19 o średnicy wewnętrznej 6 mm,

umożliwiającym zamocowanie wężyka do poboru próbek. Wlot 3 umieszczony jest z boku celi, w jej górnej części, 5 cm poniżej górnej podstawy naczynia pomiarowego 1. Badane medium doprowadza się do celi z króćca próbobiorczego, umieszczonego na głowicach otworów geotermalnych, wężykiem wykonanym z polietylenu o wysokiej gęstości (HDPE) o średnicy wewnętrznej 6 mm. W dolnej części ściany 21 naczynia pomiarowego 1 i 25 cm poniżej górnej podstawy naczynia pomiarowego 1, umieszczone są naprzeciw siebie dwa wyloty 6 będące tulejami o kształcie rurki o średnicy 20 mm, do których poprzez szczelne wklejenie zamontowane są zawory wylotu 7 umożliwiające regulację ilości i prędkości wypływu badanego medium z celi. Wyloty 6 zakończone są karbowanymi złączami 19 o średnicy wewnętrznej 6 mm, do której możliwy jest montaż wężyka, w celu odprowadzenia badanego medium.

Górna podstawa naczynia pomiarowego 1 wyposażona jest w cztery otwory, z czego w dwóch zainstalowane są, w sposób szczelny i stały poprzez wklejenie z użyciem żywicy epoksydowej, manometr 9 i termometr 10 sięgające w głąb naczynia na odległość przekraczającą 50 mm. Pozostałe dwa otwory mają kształt tulei osadczych 8 o średnicy 20 mm wykonanych z tego samego materiału co naczynie 1 i służą do umieszczenia czujników 11. W przykładzie wykonania do pomiarów wykorzystujemy jedną tuleję osadczą 8, w której umieszony jest jeden czujnik 11 wykonujący pomiar pH połączony z urządzeniem rejestrującym kablem 20 czujnika 11. W drugiej tulei osadczej 8, nie wykorzystanej dla umieszczenia drugiego czujnika 11 umieszcza się korek 12, wykonany z teflonu, w celu zapewnienia szczelności naczynia pomiarowego 1. Korek 12 ma kształt oraz wymiary odpowiadające kształtowi i wymiarom głowicy czujnika 11. Zarówno czujnik 11, jak i korek 12 umieszcza się w tulei osadczej 8 i montuje w sposób szczelny i wytrzymały z użyciem nakładek mocujących 13, otwierających i zamykających się dzięki zawiasom 14.

Dolna część czujnika 11 znajdująca się w tulei osadczej 8 uszczelniona jest dwoma uszczelkami typu O-ring 16 o średnicy 26 mm i grubości 3 mm wykonanymi z teflonu. Otwory w uszczelkach typu O-ring 16 mają średnicę 9,8 mm oraz są zaokrąglone na brzegach. Uszczelki te zamocowane są w rowkach o głębokości 3 mm znajdujących się wewnątrz tulei osadczej 8. Takie wymiary i kształt uszczelek typu O-ring 16 zapewniają uszczelnienie oraz łatwy montaż czujnika 11 oraz korka 12. Głowica czujnika 11 lub korek 12 umieszczone są pomiędzy nakładkami mocującymi 13, które wykonane są ze stali nierdzewnej i mają kształt wydrążonej połówki walca. Nakładki mocujące 13 są zaopatrzone w zawiasy 14, zainstalowane w ich dolnej części, które łączą je z górnymi częściami tulei osadczych 8. Dodatkowe unieruchomienie nakładkami mocującymi 13 odbywa się z użyciem regulowanej opaski zaciskowej 15. Głowica czujnika 11 oraz górna część korka 12 posiadają dodatkowe uszczelki płaskie 17 wykonane z teflonu, przy czym dwie uszczelki płaskie 17 znajdują się między górną powierzchnią głowicy czujnika 11 i korka 12, a nakładkami mocującymi 13, a kolejne dwie uszczelki płaskie 17 umieszczone są pomiędzy dolną powierzchnią głowicy czujnika 11 i dolną powierzchnią głowicy korka 12, a górnymi powierzchniami tulei osadczych 8. Uszczelki te mają grubość 2 mm.

Wszystkie wklejone elementy, tj. manometr 9, termometr 10, reduktor ciśnienia 4, zawór wlotu 5 oraz zawór wylotu 7, zabezpieczone są od środka naczynia pomiarowego 1 smarem teflonowym w taki sposób, że miejsce klejenia jest zabezpieczone przed działaniem badanego medium.

Celę wykonaną zgodnie z powyższym przykładem wykorzystano do badania parametrów wody termalnej. Cela została umieszczona przy głowicy otworu eksploatującego wodę termalną. Do króćca próbobiorczego umieszczonego na głowicy otworu zainstalowano wężyk wykonany z polietylenu o wysokiej gęstości (HDPE) o średnicy wewnętrznej 6 mm i długości 1,5 m. Końcówkę wężyka przymocowano do karbowanego złącza 19 znajdującego się we wlocie 3 naczynia pomiarowego 1 oraz dodatkowo dociśnięto go z użyciem stalowej opaski zaciskowej zarówno na króćcu próbobiorczym, jak i na karbowanej końcówce wlotu 19. Poprzez zawór wlotu 5 stopniowo napełniano wnętrze naczynia pomiarowego 1, przytrzymując ręką bok naczynia pomiarowego 1 przeciwległy do położenia wlotu 3. Przez przeźroczyste ścianki naczynia 21 monitorowano stan napełnienia wnętrza naczynia pomiarowego 1 do momentu jego całkowitego wypełnienia wodą termalną. Po napełnieniu naczynia pomiarowego 1 otworzono zawór wylotu 6, aby uzyskać przepływ wody termalnej. Z użyciem reduktora ciśnienia 4 oraz zaworu wlotu 5 i zaworu wylotu 7, doprowadzono do ciśnienia wewnątrz naczynia pomiarowego 1 równego ciśnieniu panującemu na głowicy otworu geotermalnego, identycznemu jak wskazywane przez czujniki umieszczone wewnątrz rurociągu. Ciśnienie wewnątrz naczynia pomiarowego 1 monitorowano przy użyciu manometru 9. Jednocześnie w trakcie prowadzenia pomiarów monitorowano i notowano wartość temperatury wody termalnej z czujników umieszczonych wewnątrz rurociągu oraz na termometrze 10. Pomiar wykonywano do momentu stabilizacji badanych parametrów. W pierwszej kolejności ustabilizowano wartość temperatury medium znajdującego się w naczyniu pomiarowym 1, dla której

zgodnie z obowiązującymi wytycznymi za ustabilizowany wynik uznano wartość ± 0,1°C w czasie nie dłuższym niż 2 minuty. Następnie odczytano ustabilizowaną wartość pH. Za ustabilizowany wynik odczytu pH uznano wartość w momencie kiedy różnica między trzema kolejnymi pomiarami wykonywanymi w odstępach 5-minutowych nie przekraczała ± 0,1. W trakcie stabilizacji pomiaru jednocześnie na wylocie 6 pobierano próbki wody termalnej do dalszych analiz laboratoryjnych.

Naczynie pomiarowe 1 opróżniono oraz dwukrotnie przepłukano wodą dejonizowaną. Następnie celę przetransportowano do głowicy następnego otworu. Kolejne badanie wykonano przy użyciu dwóch czujników 11: jednego przeznaczonego do pomiaru odczynu wody pH, a drugiego do pomiaru potencjału utleniająco-redukcyjnego Eh, z wykorzystaniem obu tulei osadczych 8. Celę podłączono do króćca próbobiorczego w taki sam sposób jak przy otworze pierwszym, a po uszczelnieniu całego układu i ustabilizowaniu ciśnienia wykonywano pomiary.

Prototyp celi był sprawdzony w warunkach laboratoryjnych i terenowych, wykazując swoją wysoką przydatność szczególnie do badań wód termalnych, charakteryzujących się temperaturą powyżej 20°C oraz mineralizacją nawet powyżej 100 g/L.

Wykaz oznaczeń na rysunku

1. naczynie pomiarowe
2. próżnia
3. wlot
4. reduktor ciśnienia
5. zawór wlotu
6. wylot
7. zawór wylotu
8. tuleja osadcza
9. manometr
10. termometr
11. czujnik
12. korek
13. nakładka mocująca
14. zawias
15. opaska zaciskowa
16. uszczelka typu O-ring
17. uszczelka płaska
18. podstawa
19. karbowane złącze
20. kabel
21. ścianka

Zastrzeżenia patentowe

1. Przenośna cela pomiarowa do badania parametrów wód, zwłaszcza termalnych stanowiąca zamknięte naczynie pomiarowe o kształcie walca, wykonane z przeźroczystego materiału, które jest wyposażone we wlot oraz wylot z zaworami, natomiast górna podstawa walca stanowiącego naczynie pomiarowe zawiera co najmniej jeden otwór przeznaczony do osadzenia w nim czujnika pomiarowego, **znamienna tym**, że naczynie pomiarowe (1) jest wykonane ze szkła o szczelnych podwójnych ściankach (21), oddzielonych od siebie szczelną przestrzenią, w której znajduje się próżnia (2), stanowiąca izolator termiczny oraz naczynie pomiarowe (1) jest wyposażone we wlot (3) usytuowany w górnej części jego bocznej powierzchni walcowej, który to wlot (3) ma kształt tulei o średnicy wewnętrznej 10–20 mm i długości równej co najmniej 30 mm, a także dołączony do niego na stałe reduktor ciśnienia (4) i zawór wlotu (5) oraz naczynie pomiarowe (1) jest wyposażone w co najmniej jeden wylot (6), który ma kształt tulei o średnicy wewnętrznej 10–20 mm i długości równej co najmniej 30 mm, usytuowany w dolnej części bocznej powierzchni walcowej naczynia pomiarowego (1) i wyposażony w zawór wylotu (7), natomiast górna podstawa naczynia pomiarowego (1) posiada co najmniej 4 otwory,

z czego w dwóch są osadzone na stałe manometr (9) i termometr (10), a pozostałe są wyposażone w tuleje osadcze (8), w których umieszczony jest co najmniej jeden czujnik (11), a w tulejach osadczych (8), w których nie są umieszczone czujniki (11), osadzone są szczelnie korki (12) o kształcie litery T w przekroju osiowym, odpowiadające wymiarom głowic czujników (11), przy czym tuleje osadcze (8) wykonane są z tego samego materiału co naczynie pomiarowe (1) i są trwale połączone z obiema ściankami (21) naczynia pomiarowego (1), zaś czujnik (11) i/lub korek (12) są dociśnięte za pomocą nakładek mocujących (13) do obrzeży górnych części tulei osadczych (8), wystających ponad powierzchnię górną naczynia pomiarowego (1) na wysokość 10–20 mm, a poniżej powierzchni górnej naczynia pomiarowego (1) są wsunięte do jego wnętrza na głębokość do 50 mm, przy czym nakładka mocująca (13) składa się z dwóch identycznych części, każda o kształcie połówki wydrążonego walca bez podstawy dolnej zamocowanego do tulei osadczej (8) na zawiasie (14), nakładka mocująca (13) wyposażona jest w opaskę zaciskową (15) obejmującą obie jej części, natomiast w tulei osadczej (8) stanowiącej gniazdo dla mocowania czujnika (11) i/lub korka (12), w dolnej części znajdującej się wewnątrz naczynia pomiarowego (1), na jej wewnętrznej ściance (21) umieszczone są w zagłębieniach co najmniej dwie uszczelki typu O-ring (16), zaś pomiędzy głowicą czujnika (11) i/lub korka (12), a powierzchnią górną tulei osadczej (8) umieszczona jest jedna elastyczna uszczelka płaska (17), natomiast na górnej powierzchni głowicy czujnika (11) i/lub korka umieszczona jest druga elastyczna uszczelka płaska (17), dociskana do głowicy czujnika (11) i/lub korka (12) nakładką mocującą, zaś naczynie pomiarowe (1) ma przymocowaną na stałe w dolnej części podstawę (18) wykonaną z materiału o wysokiej gęstości.

2. Cela, według zastrz. 1, **znamienna tym**, że naczynie pomiarowe (1) jest wyposażone w dwa wyloty (6).
3. Cela, według zastrz. 1, **znamienna tym**, że naczynie pomiarowe (1) jest wykonane ze szkła hartowanego.
4. Cela, według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ścianki (21) naczynia pomiarowego (1) mają grubość 10 mm każda, a oddzielająca je szczelna przestrzeń, w której znajduje się próżnia (2), ma szerokość 10 mm.
5. Cela, według zastrz. 1, **znamienna tym**, że uszczelki typu O-ring (16) oraz uszczelki płaskie (17) wykonane są z teflonu i są odporne na temperaturę do 150°C, a także wysoką mineralizację badanego medium.
6. Cela, według zastrz. 1, **znamienna tym**, że korek (12) jest wykonany z teflonu.
7. Cela, według zastrz. 1, **znamienna tym**, że naczynie pomiarowe (1) ma przymocowaną podstawę (18) za pomocą kleju.

Rysunki

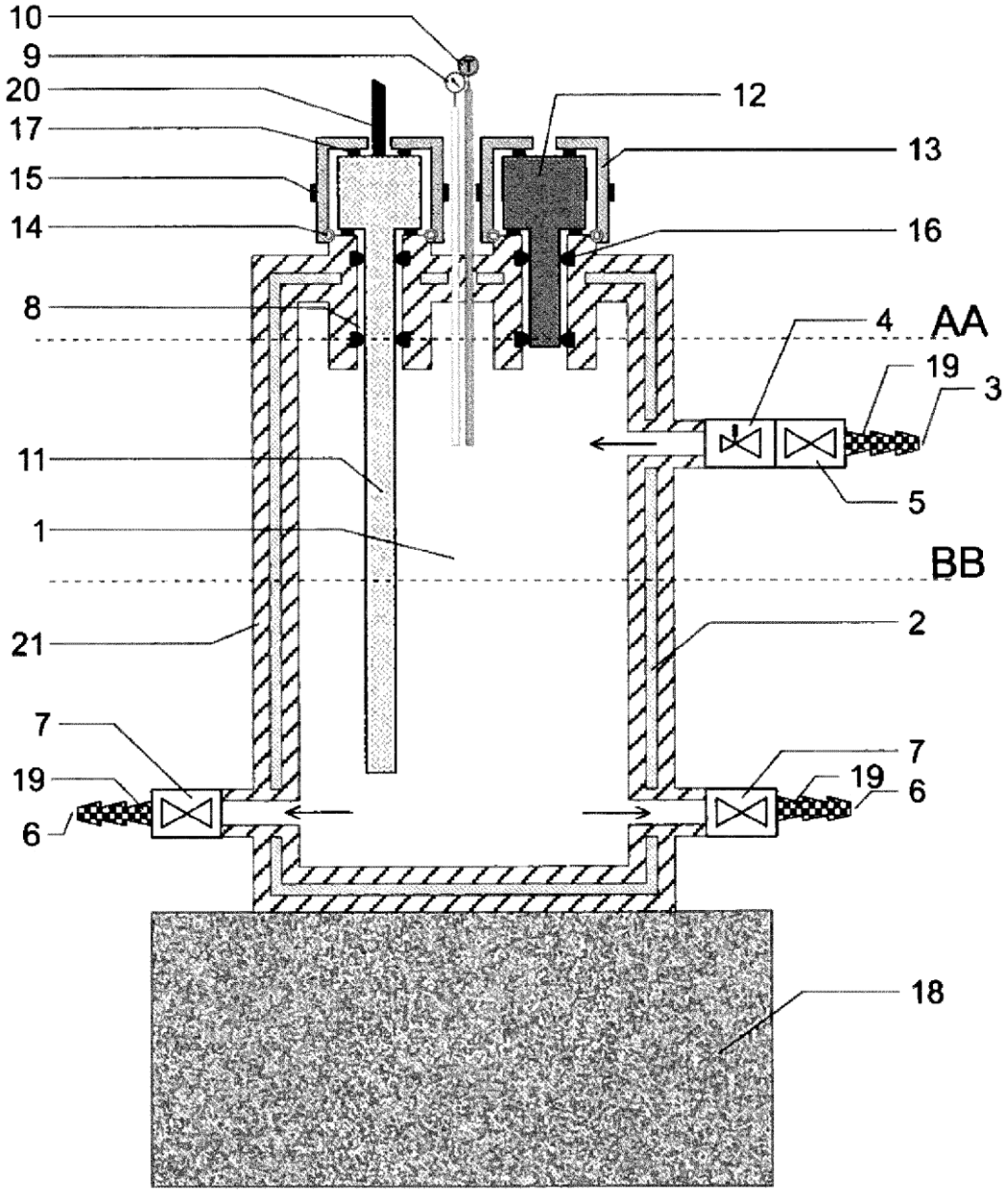

Fig. 1

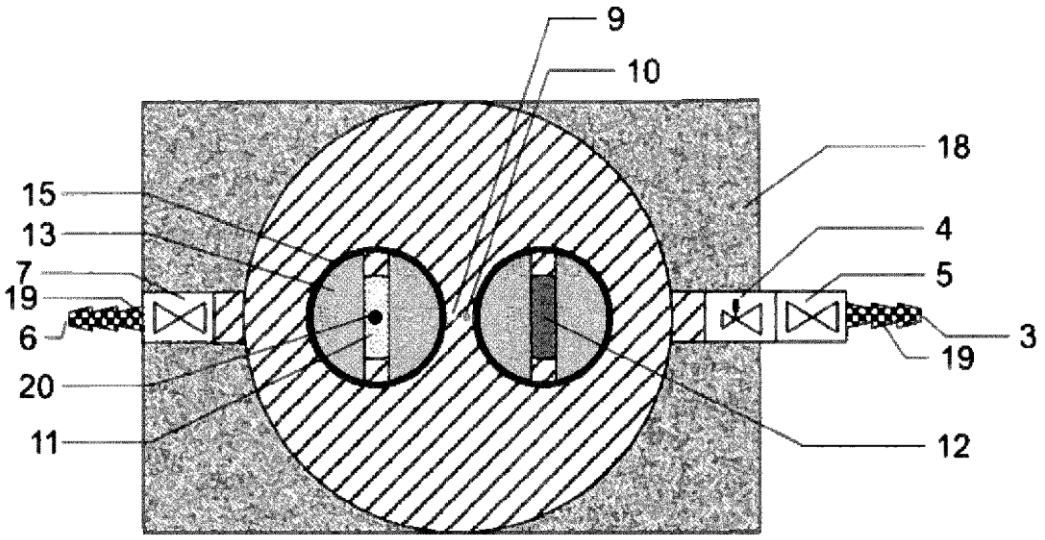

Fig. 2

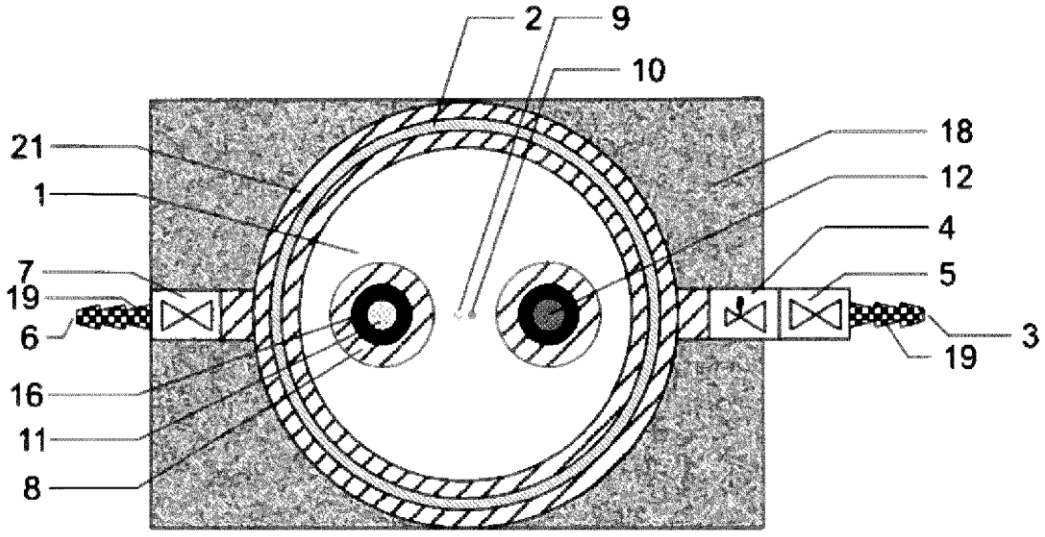

Fig. 3

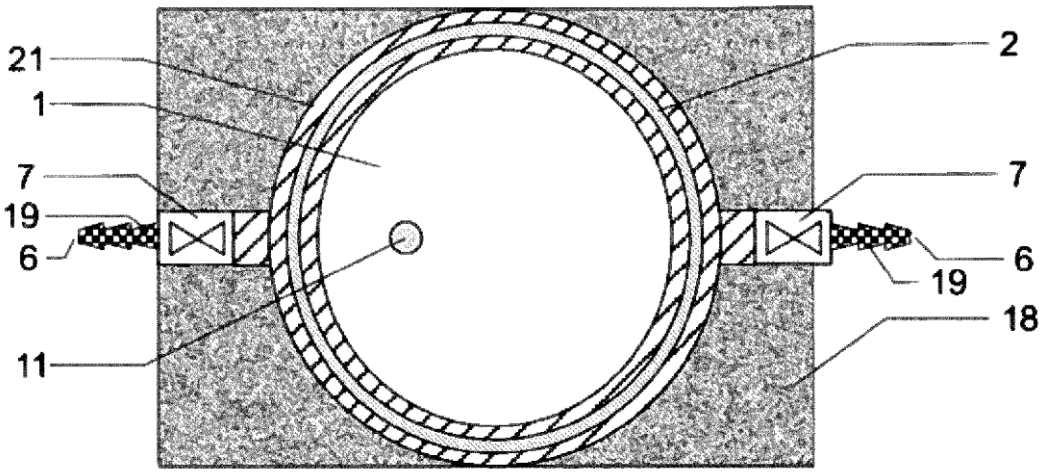

Fig. 4